

Recaudación y eficiencia financiera en proyectos de irrigación: revisión sistemática

Revenue collection and financial efficiency in irrigation projects: systematic review

Recibido: 03/08/2025 - Aceptado: 01/11/2025

Angie Vanussa Sánchez Lazo

<https://orcid.org/0009-0008-1746-211X>

avsanchezlazo@ucvvirtual.edu.pe

Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú

Miryam Griselda Lora Loza

<https://orcid.org/0000-0001-5099-1314>

mlora@ucv.edu.pe

Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú

Resumen

El objetivo del presente estudio fue sintetizar la literatura existente sobre recaudación y eficiencia financiera en proyectos de irrigación en diversos países. Se empleó la metodología PRISMA para realizar una revisión sistemática en bases de datos internacionales como ProQuest, Scopus, Google Scholar, PubMed, Redalyc y EBSCO. La búsqueda se efectuó mediante palabras clave en español e inglés relacionadas con proyectos de riego y eficiencia financiera, considerando publicaciones entre 2015 y 2025, sin restricción por país. Los resultados evidencian que la recaudación de tarifas de agua constituye un pilar fundamental para la sostenibilidad financiera de los proyectos de irrigación; sin embargo, en numerosos casos, dichos ingresos no cubren los costos de operación y mantenimiento (O&M), comprometiendo su viabilidad. Se observa que las tarifas establecidas por superficie resultan insuficientes, mientras que las tarifas volumétricas pueden incrementar los ingresos y promover un uso más eficiente del agua. Asimismo, la modernización tecnológica, el riego por goteo y el reúso de agua tratada se identifican como estrategias clave para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del sistema. Se concluye que fortalecer los mecanismos de recaudación, modernizar la infraestructura y fomentar la participación comunitaria son acciones esenciales para garantizar la eficiencia financiera y operativa de los proyectos de irrigación.

Palabras clave: recaudación hídrica, eficiencia financiera, proyectos de irrigación.

Abstract

The objective of this study was to synthesize the existing literature on revenue collection and financial efficiency in irrigation projects in various countries. The PRISMA methodology was used to conduct a systematic review of international databases such as ProQuest, Scopus, Google Scholar, PubMed, Redalyc, and EBSCO. The search was conducted using keywords in Spanish and English related to irrigation projects and financial efficiency, considering publications between 2015 and 2025, without restriction by country. The results show that water tariff collection is a fundamental pillar for the financial sustainability of irrigation projects; however, in many cases, these revenues do not cover operating and maintenance (O&M) costs, compromising their viability. It is observed that tariffs established per surface area are insufficient, while volumetric tariffs can increase revenues and promote more efficient water use. Likewise, technological modernization, drip irrigation, and the reuse of treated water are identified as key strategies for improving the profitability and sustainability of the system. It is concluded that strengthening collection mechanisms, modernizing infrastructure, and encouraging community participation are essential actions to ensure the financial and operational efficiency of irrigation projects.

Keywords: water collection, financial efficiency, irrigation projects.

Introducción

Se estima que el riego constituye un componente esencial para la producción agrícola a nivel mundial. Sin embargo, la eficiencia financiera y las tasas óptimas de aplicación de agua en estos proyectos continúan siendo áreas que requieren un análisis sistemático más profundo (Habteyes & Ward, 2020). A pesar de las importantes inversiones realizadas en infraestructura de riego en diversos países, numerosos proyectos no logran alcanzar las ganancias inicialmente proyectadas o enfrentan serios desafíos de sostenibilidad a largo plazo. Esta situación pone de manifiesto la necesidad urgente de realizar evaluaciones integrales y exhaustivas del desempeño tanto económico como técnico de estos sistemas (Urfels et al., 2024).

La expansión y modernización de los esquemas de riego a escala mundial ha generado un interés creciente por comprender no solo la eficiencia física en el uso del agua, sino también la viabilidad financiera de los servicios de riego en su conjunto. Esto incluye aspectos tales como los costos de construcción de la infraestructura inicial, los gastos de operación y mantenimiento, y los mecanismos de financiamiento sostenibles para asegurar su continuidad (Gany et al., 2019). Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco Mundial insisten en la necesidad de integrar criterios financieros claros desde la fase de diseño de los proyectos, así como en definir arreglos institucionales que regulen la operación de los sistemas (Pérez-Blanco et al., 2020).

En este sentido, la literatura que examina la teoría y la práctica del precio del agua para uso agrícola evidencia una tensión persistente. Por un lado, se plantea que las tarifas deberían reflejar los costos marginales del servicio y las externalidades ambientales del uso del agua. No obstante, la implementación de estos fundamentos enfrenta barreras políticas, consideraciones de equidad social y limitaciones técnicas de medición, tales como la ausencia de dispositivos de monitoreo o la falta de datos confiables sobre el consumo real. Como resultado, muchas tarifas aplicadas se establecen por debajo del costo real del servicio, y los mecanismos de cobro resultan ineficientes e ineficaces (Pagliettini et al., 2020).

En general, la literatura subraya que la eficiencia financiera en los sistemas de riego debe combinar instrumentos económicos con arreglos institucionales adecuados, diseñados para reducir los costos de transacción y mejorar la capacidad administrativa de las organizaciones responsables de la gestión del agua (Berbel & Expósito, 2020). En diversas regiones del mundo, la eficiencia en el uso del agua en la agricultura se ha convertido en una prioridad debido a la creciente escasez de recursos hídricos. Esto hace necesario comprender en profundidad las implicaciones económicas de las prácticas de riego y sus costos asociados (Velasco-Muñoz et al., 2018), lo que justifica la realización de la presente revisión sistemática.

En consecuencia, la pregunta central que orientó este estudio fue: ¿La recaudación de agua influye en la eficiencia financiera de los proyectos de irrigación en distintos países del mundo? Asimismo, se formularon las siguientes preguntas específicas:

1. ¿La recaudación de agua contribuye a la rentabilidad y al flujo económico de los proyectos de irrigación en distintos países?
2. ¿La recaudación de agua favorece la gobernanza financiera de dichos proyectos?
3. ¿La recaudación de agua mejora la costo-efectividad y el desempeño operativo en proyectos de irrigación?

Metodología

Criterios de elegibilidad

En la revisión se incluyeron estudios que cumplieron con los siguientes criterios de selección: publicaciones realizadas entre 2015 y 2025, principalmente artículos científicos indexados en bases de datos reconocidas, sin restricción por región geográfica, y que abordaran temática relacionada con el recurso hídrico en proyectos de riego. Los estudios incluidos presentaron diversos enfoques metodológicos (cuantitativos, cualitativos o mixtos), con el fin de analizar los hallazgos desde múltiples perspectivas. Se excluyeron artículos de opinión, revisiones sistemáticas o narrativas sobre el mismo tema, libros, boletines, monografías y estudios publicados en idiomas distintos al español, inglés o portugués.

Fuentes de información

Se buscaron estudios registrados en las siguientes bases de datos académicas: ProQuest, Scopus, Google Académico, PubMed, Redalyc y EBSCO. La última búsqueda se realizó durante la última semana de septiembre de 2025.

Estrategia de búsqueda

Para la identificación de estudios, se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, tales como: "proyectos de riego", "infraestructura hidráulica", "sistemas de irrigación", "eficiencia financiera", "rentabilidad", "recaudación" y "costos". Antes de almacenar los registros, se aplicaron filtros de fecha conforme a los criterios de inclusión establecidos.

Proceso de selección

Los títulos y resúmenes fueron revisados inicialmente por las autoras. Posteriormente, se procedió a la lectura completa de los textos para confirmar su pertinencia y su inclusión final en la revisión. Para el control de duplicados se utilizó la herramienta Rayyan durante la etapa de cribado. Luego, se seleccionaron uno a uno los artículos que mostraron mayor relevancia y relación directa con las variables de estudio.

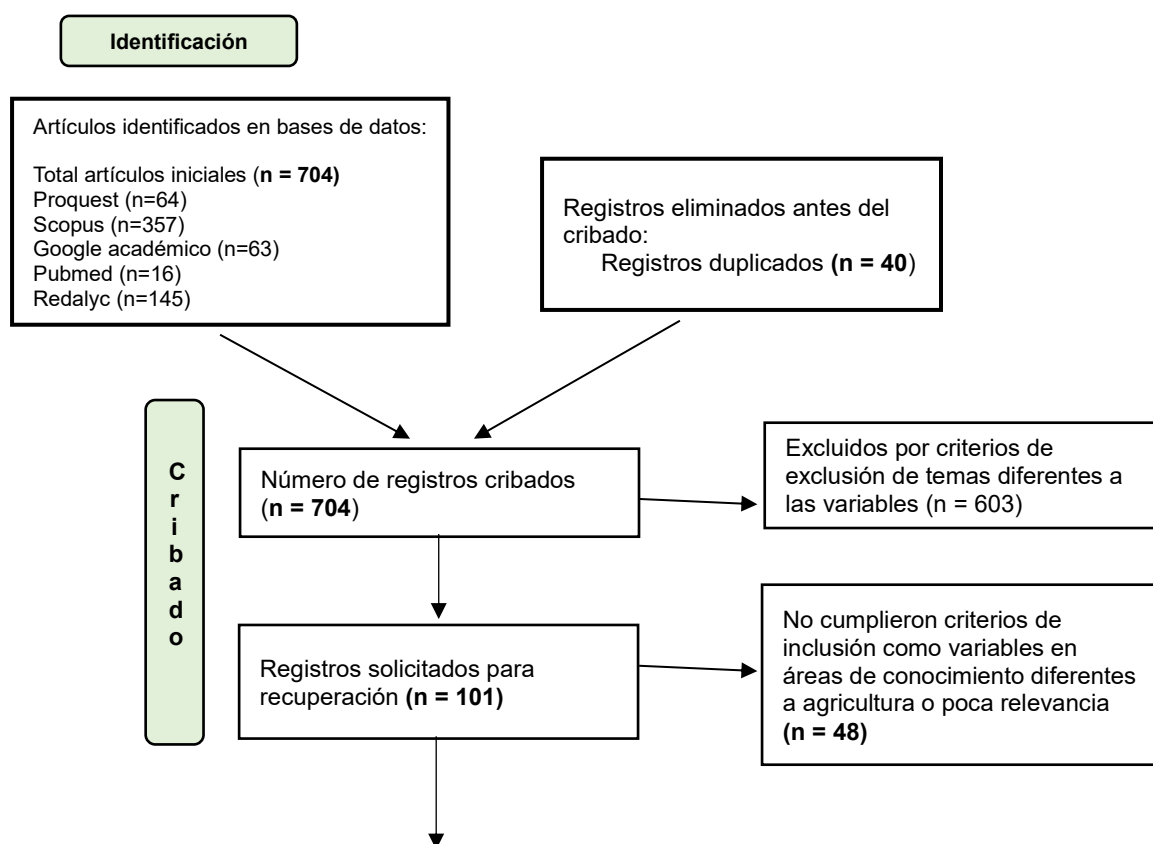
Presentación de los resultados

Para organizar y presentar los estudios incluidos, se elaboraron tablas utilizando el software Excel. Esta herramienta permitió resumir de manera clara información como autor y año, revista, país y principales hallazgos. Los resultados se organizaron temáticamente de acuerdo con los objetivos y hallazgos, siguiendo un proceso manual de codificación inductiva, en el cual las categorías emergieron a partir de patrones identificados en los datos (Braun & Clarke, 2006). La codificación agrupó los hallazgos en temas centrales vinculados con la recaudación y la eficiencia financiera, permitiendo integrar de forma coherente la evidencia seleccionada.

Resultados

Figura 1

Diagrama basado en PRISMA



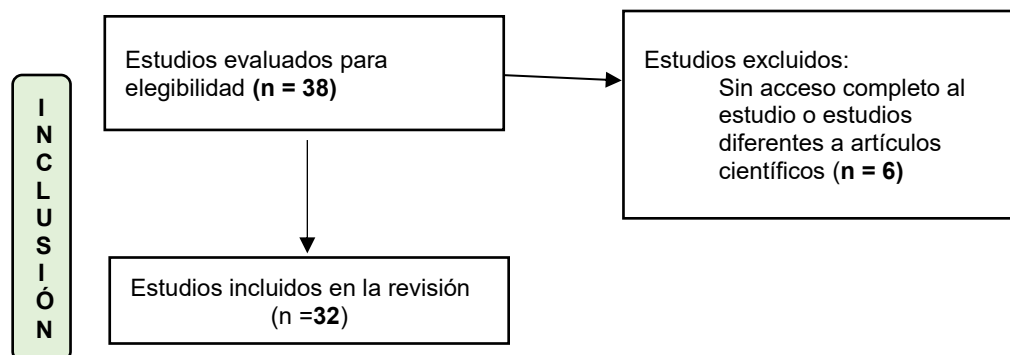


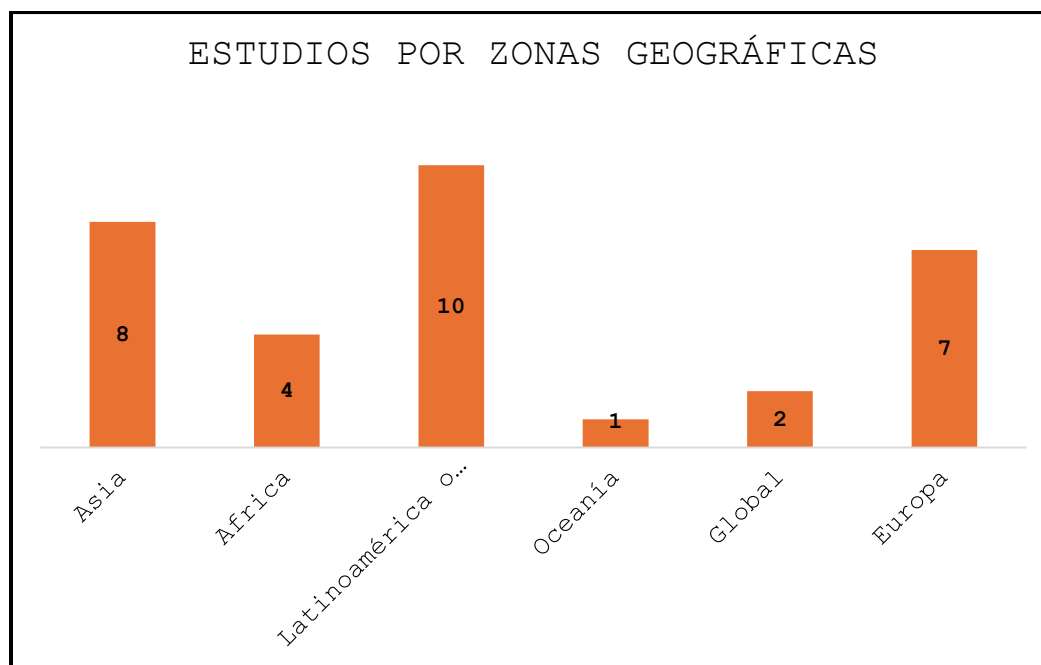
Tabla 1
Matriz de resultados de síntesis de registros

Autor-año	Revista	País	Hallazgos financieros sobre proyectos de irrigación
(Akram et al., 2019)	Custos e @gronegocio on line	Pakistan	El beneficio promedio por hectárea de trigo convencional supera al orgánico; lo que es altamente significativo. Los costos de agua y los costos totales son variables entre distritos; pero generalmente la agricultura convencional presenta costos totales por hectárea más altos
(Al-Kathiri et al., 2025)	Journal of Environmental and Earth Sciences	Omán	El riego por goteo tiene la mayor eficiencia en el uso del agua (80–90%) en comparación con métodos tradicionales como el riego superficial (50–65%); lo que implica un mejor rendimiento económico del recurso hídrico.
(Aldaya et al., 2023)	Agricultural Water Management	España	Un aumento de 0.1 EUR/m ³ en precio del agua puede causar pérdidas de 400 EUR/ha. Las regiones más secas y productivas son más sensibles al aumento del precio del agua. Los aumentos de precios del agua provocan una disminución en el uso de agua por hectárea.
(Ali et al., 2020)	Irrigation and Drainage	Egipto	La inversión en el riego por goteo (DIS) es rentable; logrando un aumento del rendimiento neto del 67% por hectárea frente al riego convencional. La relación Beneficio-Costo es de 1.35; y el Valor Actual Neto es de US\$1;720
(Arslan et al., 2024)	Agricultural Water Management	Turquía	La gestión financiera efectiva logró reducción en los costos de O&M, se atribuye al personal calificado (gerentes, técnicos), implementación de buenas prácticas agrícolas, un aumento de beneficiarios, mejor control de las estructuras de desviación y la reducción del costo de las reparaciones.
(Bui et al., 2018)	Sustainability	Vietnam	Hay mucha diferencia en la inversión en riego entre regiones; las tierras bajas tienen más beneficios, mientras las altas deben invertir por su cuenta, gastan un promedio de 7.5 millones en sistemas de tuberías
(Canaj et al., 2021)	Journal of Cleaner Production	Italia	El costo total (interno y externo) confirma que el reúso de agua residual tratada para riego da beneficios externos que costos. El costo interno del suministro de agua tratada (0.42 V/m ³) es comparable a la extracción de agua subterránea.
(Chalas et al., 2020)	Aqua-LAC	R. Dominicana	La tarifa actual por superficie no cubre costos operativos y mantenimiento; insostenibilidad del servicio. El valor total del agua que se pierde anualmente (agua; incluyendo inversión estatal) es más de 512 millones de RD\$/año. La eficiencia de riego promedio es críticamente baja (31,8%) .

(Csortan et al., 2020)	PLOS ONE	Australia	Los huertos pequeños tienen costos operativos continuos más altos por metro cuadrado que los huertos grandes. La recuperación de la inversión inicial varía significativamente; siendo tan bajo como 0.5 años para huertos con mezcla de lecho y tan alto como 4,6 años para gallinas ponedoras.
(Darma et al., 2025)	Sustainability	Indonesia	Sistemas de irrigación son sostenibles si existen pagos flexibles y financiamiento colaborativo. Modelos de costo compartido y asociaciones público-privadas ayudan a disminuir riesgos climáticos y financieros, mejora la resiliencia agrícola frente a inundaciones y sequías
(Echchel et al., 2021)	Agricultural Water Management	Qatar	Mezclar agua residual tratada y desalada puede ser viable para riego en climas áridos; costos de manejo son hasta 2.5 veces más que desechar el agua, el valor dado por los cultivos y alternativas sostenibles justifican la inversión. Combinar agua reduce impactos negativos en suelo y cultivos
(Esperon-Rodriguez et al., 2025)	Sustainable Cities and Society	Global (109 ciudades en 21 países)	Las diferencias en infraestructura y recursos económicos entre el Norte y el Sur Global influyen en la gestión del agua y las prácticas de riego. Sin embargo; no se cuantificó el impacto de la fijación de precios de agua ni de infraestructura.
(Franco Sánchez et al., 2018)	Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	México	La cuota del agua de riego se considera costo indirecto de producción. Las unidades orientadas a la exportación tienen costos de producción más bajos y rentabilidad que la orientada al mercado nacional.
(Ghosh et al., 2025)	Rasayan Journal of Chemistry	India	La rentabilidad económica es que usar el agua limpia (efluente), antes destinada a riego limitado o desecho, para crear hidrógeno verde genera ingresos superiores. Esta nueva utilidad aumenta el beneficio total a 10 años, ganancia de 20 veces mayor que el sistema tradicional.
(Hamam et al., 2023)	Economia agro-alimentare / Food Economy	Global (Revisión de estudios)	La gestión eficiente de irrigación en costo-beneficio es clave financiera en países como India y China. Mejorar prácticas como el uso de herramientas de programación de riego puede aumentar considerablemente la eficiencia económica de la producción.
(Kettani et al., 2025)	Agricultural Water Management	Marruecos	Modernización de redes de riego permitió ajuste de presión y redimensionar tuberías como eficiencia, usar riego por goteo y aspersión de baja presión reduce costos de energía - agua, mejora accesibilidad para agricultores. Incluir análisis costo-beneficio y gobernanza participativa asegura sostenibilidad económica.
(Kovalenko et al., 2020)	Journal of Water and Land Development	Ucrania	La inversión en reconstrucción y mejora de sistemas de riego de arroz fue factible. Los proyectos de mejora demuestran una alta rentabilidad; con un Índice de Retorno de la Inversión de 2.47 y Tasa Interna de Retorno de hasta 9.37%.
(Flores et al., 2017)	CIENCIA ergo sum	México	La producción de frijol con riego por bombeo es insostenible por baja productividad hídrica; aunque el costo del agua es bajo (\$0.48/m ³), la eficiencia agrícola no compensa, se necesita estrategias más eficientes
(Boguniewicz-Zabłocka & Capodaglio, 2020)	Sustainability	Polonia	Usar jardines de lluvia o tanques para capturar agua de lluvia se menciona una opción económica a largo plazo, pues reduce costos de agua al reutilizarla.
(Echchel et al., 2020)	Agricultural Water Management	Arabia	El costo del agua reciclada es de \$0.45/m ³ y el agua desalada \$0.89/m ³ . Tales tarifas importan para calcular los costos del riego

			sostenible al mezclar con agua residual, con resultado más barato que métodos tradicionales de eliminación.
(Manikowski & Strapasson, 2016)	Frontiers in Environmental Science	Senegal	Para un rendimiento de 6 toneladas por hectárea, el proyecto de riego generó un retorno del 6.1% pero tuvo un valor presente negativo. Para un presupuesto mediano, el retorno fue negativo
(Marshall et al., 2021)	Aqua-LAC	Chile	Se logró ahorro promedio de agua de riego del 28% al 40% entre la primera y la segunda temporada. Esto mejoró la eficiencia de uso del agua y electricidad, así como en ingresos generados por metro cúbico de agua utilizada
(Medina-Matute et al., 2024)	Journal Scientific MQRInvestigar	Ecuador	El Sistema de Riego Chambo-Guano ofrece el mayor rendimiento de la inversión a corto plazo con un retorno del 12.5%. Todos los proyectos hidráulicos evaluados se consideran financieramente viables.
(Musz-Pomorska et al., 2020)	Sustainability (Switzerland)	Polonia	El análisis busca determinar la sostenibilidad económica de los diseños de sistemas de captación de agua de lluvia comparando el valor presente de los beneficios frente a los costos
(Pacheco-Vega, 2015)	Región y sociedad	México	Industrias que consumen mucha agua en zonas áridas es problemática. El reuso de aguas residuales tratadas fue una estrategia para irrigar parques y jardines. La privatización del suministro de agua fue criticada por deficiencias en el servicio
(Petrović & Csambalik, 2025)	Land	República Checa, Eslovaquia, Polonia, Hungría	La viabilidad económica de las tecnologías de agricultura de precisión (PATs) es un factor crucial para que sean adoptadas con éxito en sistemas agrícolas.
(Salazar Guevara, 2022)	Tesis	Perú	Hubo pérdidas financieras en 2019 y 2020 (Rentabilidad sobre Activos y Rentabilidad Financiera negativas), el dinero disponible es insuficiente para cubrir deudas inmediatas. La propuesta de planeación financiera proyecta un 9% de ganancias
(Steyn et al., 2016)	Field Crops Research	Sudáfrica	El 34% de energía utilizada proviene de fertilizantes y 30% del riego. La energía para bombear el agua está ligada a la cantidad de riego y la profundidad de bombeo; grandes diferencias en la eficiencia de recursos entre productores y regiones.
(Tinco Aspilcueta & Vidal Laguna, 2024)	Tesis	Perú	Uso de lona de concreto resultó en un presupuesto 14% menor que concreto tradicional para el canal rural. El tiempo de colocación de la lona de concreto es de solo 16 días, lo que optimiza los costos y el tiempo de construcción
(Tsagkoudis et al., 2025)	Water	Grecia	Los indicadores económicos clave analizados se centran en los costos (de capital, funcionales, administrativos), el costo por volumen, el ingreso por volumen y la capacidad de recuperar los gastos mediante tarifas
(Zagonari, 2017)	Water	Irak	El proyecto de riego tuvo un retorno de 7.1%. el costo del agua viable debe estar entre 0.32 y 0.57 USD por metro cúbico; interés de préstamos debe ser inferior al 3.0%. El proyecto es financieramente viable para un 13.6% de las soluciones confiables
(Zavala-García & Valencia-Zambrano, 2021)	Polo del conocimiento	Ecuador	La recaudación de tarifas cubre costos de operación y mantenimiento. Las juntas de agua no recaudan suficiente para cubrir estos gastos, es insignificante (\$432 anuales para 1200 ha) comparado con lo que se requiere.

Figura 2
Estadísticas de prevalencias de estudios por zonas geográficas



Nota. La figura muestra la cantidad de estudios considerados en la revisión, por zonas geográficas y énfasis aparte de estudios en castellano

Frecuencias de estudios

En total se analizaron 32 estudios, observándose una mayor concentración de publicaciones en los años recientes (2020-2025), con 22 artículos (69%), lo que evidencia un interés creciente por la sostenibilidad y la eficiencia financiera en los sistemas de irrigación. En relación con la distribución geográfica, se identificaron estudios provenientes de países hispanohablantes (México, Perú, Chile, Ecuador, República Dominicana y España), que representaron 10 artículos (31%). Asimismo, se incluyeron investigaciones desarrolladas en países de Asia (Pakistán, Omán, Egipto, Turquía, Vietnam, India, Indonesia y Qatar), con 8 artículos (25%); Europa (Italia, Polonia, Ucrania, Hungría, República Checa, Eslovaquia y Grecia), con 7 artículos (21%); África (Egipto, Marruecos, Senegal y Sudáfrica), con 4 artículos (13%); y estudios de alcance global y australiano, con 3 artículos (10%). Desde la perspectiva metodológica, predominan los estudios cuantitativos y aquellos basados en modelización financiera (20 artículos, 62%), seguidos por estudios cualitativos (12 artículos, 38%). La diversidad metodológica y la amplitud geográfica observadas en los 32 estudios revisados refuerzan la relevancia del análisis de la recaudación y la eficiencia financiera como indicadores clave para orientar futuras investigaciones, así como el diseño e implementación de políticas públicas en el ámbito del riego.

Discusión

La recaudación de tarifas de agua es un componente clave para la eficiencia financiera de los proyectos de irrigación; sin embargo, en muchos casos, dicha recaudación no logra cubrir los costos de operación y mantenimiento, lo que compromete la viabilidad a largo plazo de estos sistemas. Por ejemplo, Chalas et al. (2020) evidenciaron en República Dominicana que las tarifas basadas en superficie no cubren los costos de O&M, generando pérdidas económicas significativas debido al volumen de agua no recuperado y a una eficiencia promedio de riego críticamente baja (31.84%). De manera similar, Zavala-García y Valencia-Zambrano (2021) reportan que, en el sistema de riego de una presa, la recaudación es insuficiente, alcanzando apenas \$432 anuales para 1200 hectáreas, lo que pone en riesgo el mantenimiento básico de la infraestructura. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Tsagkoudis et al. (2025), quienes proponen que las tarifas volumétricas, en lugar de las tarifas fijas por superficie, permiten mejorar la recuperación de costos y promover un uso más racional del recurso hídrico.

En Irak, el establecimiento de tarifas y créditos accesibles permitió viabilizar proyectos de riego (Zagonari, 2017). Asimismo, en Marruecos, la modernización del riego implicó inversiones de gran magnitud que se sostuvieron mediante un esquema de recaudación eficiente (Kettani et al., 2025), lo que reafirma que la sostenibilidad financiera depende de tarifas adecuadas. De igual manera, estudios en Egipto y Qatar demostraron que la eficiencia económica del riego por goteo y del reúso de agua tratada está estrechamente vinculada con una adecuada gestión financiera, donde las tecnologías de monitoreo y los modelos de financiamiento conjunto hacen estos proyectos más rentables (Ali et al., 2020; Echchelh et al., 2020).

Categoría 1: Recaudación de costos en proyectos de irrigación

La recaudación tarifaria en proyectos de irrigación continúa siendo insuficiente para cubrir los costos de operación y mantenimiento, especialmente en contextos socioeconómicamente vulnerables. Madrigal Delgado (2023) señala que los gobiernos locales en México presentan graves desequilibrios fiscales, con ingresos propios que representan solo el 24% del total, lo que limita su capacidad para financiar servicios esenciales como el riego. Asimismo, la falta de transparencia en la gestión del agua y los conflictos regulatorios dificultan la implementación de tarifas eficientes (Pacheco-Vega, 2015). De forma consistente, estudios en República Dominicana y Ecuador muestran que las tarifas actuales tampoco cubren los costos requeridos, generando pérdidas y debilitando la sostenibilidad de los sistemas (Chalas et al., 2020; Zavala-García & Valencia-Zambrano, 2021). Este problema es característico de países con baja autonomía financiera, donde la recaudación local es limitada.

Categoría 2: Rentabilidad y flujo económico

La rentabilidad agrícola depende tanto de la eficiencia en el uso del agua como de una gestión financiera adecuada. Si bien el riego por goteo puede incrementar el rendimiento agrícola, una baja recaudación tarifaria socava la sostenibilidad del sistema (Chalas et al., 2020; Zavala-García & Valencia-Zambrano, 2021). La modernización tecnológica y el reúso de aguas tratadas resultan viables cuando existe una gobernanza financiera clara (Canaj et al., 2021; Kettani et al., 2025). No obstante, las limitaciones fiscales de gobiernos locales dificultan la inversión inicial en estas tecnologías (Madrigal Delgado, 2023). Como sostienen Velasco-Muñoz et al. (2018), la eficiencia hídrica contribuye tanto a la sostenibilidad ambiental como productiva, pero requiere enfoques integrales y coordinados. En contraste, investigaciones en México (Flores et al., 2017) y Senegal (Manikowski & Strapasson, 2016) muestran que los sistemas tradicionales generan retornos marginales o negativos debido a altos costos energéticos y tarifas inadecuadas.

Categoría 3: Gobernanza financiera

La gobernanza y la gestión financiera son elementos decisivos para la sostenibilidad de los sistemas de irrigación. La falta de coordinación entre niveles de gobierno y la limitada autonomía fiscal restringen la capacidad para mejorar los mecanismos de recaudación (Madrigal Delgado, 2023). La literatura coincide en que la gobernanza efectiva implica capacitación técnica, transparencia en la administración y eficiencia en el uso de los recursos. Por el contrario, la ausencia de supervisión institucional y de recaudación suficiente limita la continuidad y mantenimiento de los proyectos (Chalas et al., 2020; Zavala-García & Valencia-Zambrano, 2021).

Categoría 4: Costo-efectividad y desempeño operativo

Los análisis de costo-efectividad muestran que la modernización tecnológica favorece la sostenibilidad de los proyectos de irrigación. Tecnologías como el riego de precisión y la conservación de humedad del suelo pueden aumentar la productividad agrícola y reducir los costos ambientales. No obstante, las limitaciones fiscales dificultan el acceso a estas innovaciones (Madrigal Delgado, 2023). Pérez-Blanco et al. (2020) enfatizan que, aunque estas tecnologías mejoran la eficiencia, requieren incentivos e inversión inicial para su implementación. En Italia y Qatar, se ha demostrado que el reúso de aguas residuales es una alternativa costo-efectiva, pero su implementación depende de estructuras institucionales sólidas (Canaj et al., 2021; Echchelh et al., 2020).

En síntesis, fortalecer la recaudación y la gobernanza financiera, así como promover tecnologías eficientes, es fundamental para la sostenibilidad de los sistemas de irrigación. Estas acciones contribuyen directamente al cumplimiento del ODS 6 (agua limpia y saneamiento) y del ODS 13 (acción por el clima), al mejorar la disponibilidad, uso responsable y resiliencia del recurso hídrico en el sector agrícola.

Conclusiones

En síntesis, los hallazgos identificados en diversos países indican que, a futuro, es necesario abordar la falta de autonomía fiscal y la influencia de factores externos que limitan la capacidad de los gobiernos locales para financiar sistemas de irrigación eficientes. Se destaca la necesidad de priorizar la implementación de tarifas

volumétricas, dado que estas mejoran tanto los ingresos como el uso racional del agua. Asimismo, la modernización tecnológica y la adopción del riego por goteo se perfilan como elementos esenciales para incrementar la rentabilidad y promover la sostenibilidad de los sistemas de irrigación.

Por lo tanto, la gestión del recurso hídrico puede beneficiarse de un enfoque integrado que combine la modernización tecnológica, la transparencia en los sistemas de recaudación y la participación comunitaria. Dicho enfoque contribuiría a garantizar la sostenibilidad financiera y operativa de los proyectos de irrigación, fortaleciendo su continuidad y efectividad en el tiempo.

En cuanto a las limitaciones del estudio, debido a las restricciones de acceso a la información, la revisión se centró únicamente en cinco bases de datos y en investigaciones publicadas durante los últimos diez años. Estudios futuros podrían ampliar el análisis incorporando otras bases reconocidas, como Web of Science, así como extendiendo el rango temporal. Además, la inclusión de artículos en idioma portugués podría aumentar significativamente el número de estudios disponibles para análisis.

Referencias

- Akram, M. W., Akram, N., Wang, W., & Mehmood, A. (2019). An assessment of economic viability of organic farming in Pakistan. *Custos e Agronegocio*, 15(1), 141–169. https://www.researchgate.net/publication/331985105_An_Assessment_of_Economic_Viability_of_Organic_Farming_in_Pakistan
- Aldaya, M. M., Gutiérrez-Martín, C., Espinosa-Tasón, J., Ederra, I., & Sánchez, M. (2023). The impact of the territorial gradient and the irrigation water price on agricultural production along the first phase of the Navarra Canal in Spain. *Agricultural Water Management*, 281, 108245. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108245>
- Ali, A., Xia, C., Jia, C., & Faisal, M. (2020). Investment profitability and economic efficiency of the drip irrigation system: Evidence from Egypt. *Irrigation and Drainage*, 69(5), 1033–1050. <https://doi.org/10.1002/ird.2511>
- Al-Kathiri, D. S. M. S. et al. (2025). Sustainable Agricultural Practices in Dhofar Region of Oman: Balancing Productivity and Environmental Impact. *Journal of Environmental and Earth Sciences*, 7(6), 293–314. <https://doi.org/10.30564/jees.v7i6.8601>
- Arslan, F., Alcon, F., Kartal, S., Erdoğan, K., & Zema, D. A. (2024). Sustainability of collective irrigation under water competition between agriculture and civil uses. *Agricultural Water Management*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109167>
- Berbel, J., & Expósito, A. (2020). The theory and practice of water pricing and cost recovery in the Water Framework Directive. *Water Alternatives*, 13(3), 659–673.
- Boguniewicz-Zabłocka, J., & Capodaglio, A. G. (2020). Analysis of alternatives for sustainable stormwater management in small developments. *Sustainability*, 12(23), 10189. <https://doi.org/10.3390/su122310189>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Bui, T. L., Cuong, H. C., Azadi, H., & Lebaillly, P. (2018). Improving technical efficiency through better financial management in Vietnam. *Sustainability*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072279>
- Canaj, K., Mehmeti, A., Morrone, D., Toma, P., & Todorović, M. (2021). Life cycle-based evaluation of wastewater reuse. *Journal of Cleaner Production*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126142>
- Chalas, J., Ramírez, J. L., Méndez, G., & Bello, L. (2020). Sostenibilidad financiera del servicio tarifario de riego en República Dominicana. *Aqua-LAC*, 12(1), 1–21. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2020-v12-1-01>
- Csortan, G., Hopeward, J., & Roetman, P. (2020). Productivity and financial savings in home food gardens. *PLOS ONE*, 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230232>
- Darma, R., O'Connor, P., et al. (2025). Enhancing sustainability in pump-based irrigation systems. *Sustainability*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/su17083501>
- Echchelh, A., Hess, T., & Sakrabani, R. (2020). Cost of reusing gasfield-produced water. *Agricultural Water Management*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105860>
- Echchelh, A., Hess, T., Sakrabani, R., Prigent, S., & Stefanakis, A. I. (2021). Irrigation with treated produced water. *Agricultural Water Management*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106449>
- Esperon-Rodriguez, M., et al. (2025). Global trends in urban forest irrigation. *Sustainable Cities and Society*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106510>
- Flores, J. L., et al. (2017). Eficiencia y productividad en riego por bombeo en México. *CIENCIA ergo sum*, 24(2), 152–163. <https://doi.org/10.30878/ces.v24n2a7>
- Franco Sánchez, M. A., et al. (2018). Costos y competitividad del aguacate en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 391–403. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V9I2.1080>

- Gany, A. H. A., Sharma, P., & Singh, S. (2019). Institutional reforms in irrigation. *Irrigation and Drainage*, 68(1), 84–97. <https://doi.org/10.1002/ird.2305>
- Ghosh, R., Basu, A., & Ghosh, A. (2025). Industrial wastewater for hydrogen production. *Rasayan Journal of Chemistry*, 18(3), 1401–1413. <https://doi.org/10.31788/RJC.2025.1839195>
- Habteyes, B. G., & Ward, F. A. (2020). Economics of irrigation water conservation. *Journal of Environmental Management*, 258, 110040. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110040>
- Hamam, M., et al. (2023). Financial sustainability in agri-food supply chains. *Economía Agro-Alimentare*, 25(2), 135–154. <https://doi.org/10.3280/ecag20230a15124>
- Kettani, A., et al. (2025). Modernization of pressurized irrigation networks in Morocco. *Agricultural Water Management*, 314. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109520>
- Kovalenko, P., et al. (2020). Ecological and economic efficiency of irrigation projects. *Journal of Water and Land Development*, 81–87. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.136149>
- Madrigal Delgado, G. J. (2023). Sostenibilidad financiera en gobiernos locales. *Investigación Administrativa*, 52(132). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2448-76782023000200007
- Manikowski, S., & Strapasson, A. (2016). Cost-benefit of large irrigation dams in Senegal. *Frontiers in Environmental Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00018>
- Marshall, V. B., et al. (2021). Optimización hídrica en aguacates y cítricos. *Aqua-LAC*, 13(1), 16–33. <https://doi.org/10.29104/PHI-AQUALAC/2021-V13-1-02>
- Medina-Matute, V. H., et al. (2024). Análisis económico de proyectos hidráulicos. *MQR Investigar*, 8(3), 5596–5608. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5596-5608>
- Musz-Pomorska, A., et al. (2020). Financial sustainability of rainwater harvesting. *Sustainability*, 12(12), 4853. <https://doi.org/10.3390/SU12124853>
- Pacheco-Vega, R. (2015). Gobernanza del agua residual en Aguascalientes. *Región y Sociedad*, 27(64). <https://doi.org/10.22198/rys.2015.64.a318>
- Pagliettini, L., et al. (2020). Componentes del valor del agua en tarifas de riego. *Revista Agroalimentaria*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.320411>
- Pérez-Blanco, C. D., Hrast-Essenfelder, A., & Perry, C. (2020). Irrigation technology and conservation. *Review of Environmental Economics and Policy*, 14(2), 216–239. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa004>
- Petrović, B., & Csambalik, L. (2025). Precision agriculture adaptation. *Land*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/land14020399>
- Salazar Guevara, S. C. (2022). *Planeación financiera para mejorar la rentabilidad en la Comisión de Usuarios del Sub Sector Hidráulico Chongoyape* (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán (USS), Perú. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10858>
- Steyn, J. M., et al. (2016). Resource use efficiencies in potato production. *Field Crops Research*, 199, 136–149. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.09.020>
- Tinco Aspilcueta, P. B., & Vidal Laguna, F. A. (2024). *Propuesta para optimizar costos y tiempo de construcción de un canal rural a base de concrete canvas, Palpa Bajo, Departamento de Lima* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Perú. <http://hdl.handle.net/10757/674754>
- Tsagkoudis, D., et al. (2025). Sustainable water pricing via clustering. *Water*, 17(15). <https://doi.org/10.3390/w17152242>
- Urfels, A., et al. (2024). Agro-hydrological machine learning for groundwater irrigation. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5424317/v1>
- Velasco-Muñoz, J. F., et al. (2018). Advances in agricultural water efficiency. *Water*, 10(4), 377. <https://doi.org/10.3390/w10040377>
- Zagonari, F. (2017). Feasibility and sustainability of irrigation schemes. *Water*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/w9110821>
- Zavala-García, E., & Valencia-Zambrano, X. I. (2021). Políticas tarifarias de riego. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 2028–2050. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3154>

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA:

1. Conceptualización: Angie Vanussa Sánchez-Lazo y Miryam Griselda Lora Loza
2. Curación de datos: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
3. Análisis formal: Miryam Griselda Lora Loza
4. Adquisición de fondos: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
5. Investigación: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
6. Metodología: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
7. Dirección del proyecto: Miryam Griselda Lora Loza
8. Recursos: Angie Vanussa Sánchez-Lazo y Miryam Griselda Lora Loza
9. Software: Angie Vanussa Sánchez-Lazo y Miryam Griselda Lora Loza
10. Supervisión: Miryam Griselda Lora Loza
11. Validación: Miryam Griselda Lora Loza
12. Visualización: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
13. Redacción - borrador original: Angie Vanussa Sánchez-Lazo
14. Redacción - corrección de pruebas y edición: Angie Vanussa Sánchez-Lazo